

(19)



(11)

EP 2 293 381 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
09.11.2016 Patentblatt 2016/45

(51) Int Cl.:
H01Q 1/38 ^(2006.01) **H01Q 7/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09011000.8**

(22) Anmeldetag: **27.08.2009**

(54) **Antennenanordnung**

Antenna assembly

Agencement d'antennes

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.03.2011 Patentblatt 2011/10

(73) Patentinhaber: **Delphi International Operations
Luxembourg S.à r.l.
4940 Bascharage (LU)**

(72) Erfinder: **Dörr, Wolfgang
51674 Wiehl (DE)**

(74) Vertreter: **Delphi France SAS
Patent Department
22, avenue des Nations
CS 65059 Villepinte
95972 Roissy CDG Cedex (FR)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 1 006 572 WO-A-2004/034512
WO-A2-99/33139 DE-C1- 19 614 362
GB-A- 2 357 905 US-A1- 2004 119 643
US-A1- 2005 252 683 US-A1- 2006 238 421
US-A1- 2007 279 879**

EP 2 293 381 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Antennenanordnung mit einer Leiterplatte und einer durch die Leiterplatte getragenen Antenne.

[0002] Derartige Antennenanordnungen sind grundsätzlich bekannt und kommen beispielsweise als Sendantennen in Handsendern oder elektronischen Schlüsseln zum Einsatz, mit denen z.B. Kraftfahrzeuge ferngesteuert ver- und entriegelt oder Garagentore geöffnet und geschlossen werden können.

[0003] WO 2004/034512 A1 offenbart eine Antennenanordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. US 2007/0279879 A1 offenbart eine ähnliche Antennenanordnung.

[0004] US 2006/0238421 A1 offenbart eine Antennenanordnung mit einem auf einer Oberseite und einem auf einer Unterseite einer Leiterplatte angeordneten Antennenabschnitt, wobei der obere und der untere Antennenabschnitt durch mehrere Vias elektrisch miteinander verbunden sind.

GB 2 357 905 A und DE 196 14 362 C1 offenbaren jeweils ähnliche Antennenanordnungen.

[0005] Die bekannten Antennenanordnungen erweisen sich insofern als nachteilig, als sie einen vergleichsweise geringen Antennenwirkungsgrad aufweisen. Das heißt, die von der Antenne ausgestrahlte nutzbare Sendeleistung ist im Vergleich zu der dafür notwendigen Leistungsaufnahme der Antenne relativ gering.

[0006] Dies führt bei den bekannten Antennenanordnungen allgemein zu einer geringen Reichweite und zu einem hohen Energiebedarf der Antenne beziehungsweise zu einer entsprechend geringen Batterielaufzeit.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Antennenanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die einen erhöhten Antennenwirkungsgrad aufweist.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Antennenanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 vorgesehen.

[0009] Die erfindungsgemäße Antennenanordnung umfasst eine Leiterplatte, die eine Oberseite und eine Unterseite aufweist, sowie eine durch die Leiterplatte getragene Antenne, insbesondere Ringantenne, welche wenigstens einen elektrisch leitfähigen Antennenabschnitt umfasst, der an einer an die Oberseite und/oder die Unterseite angrenzenden Schmalseite der Leiterplatte angeordnet ist.

[0010] Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass der Wirkungsgrad der Antennenanordnung insbesondere durch Leitungsverluste in der Leitungsbahn der Antenne sowie durch dielektrische Verluste im dielektrischen Material der Leiterplatte beeinträchtigt wird. Durch die Anordnung eines Antennenabschnitts an der Schmalseite lassen sich die beim Betrieb der Antenne auftretenden Leitungsverluste reduzieren und der Antennenwirkungsgrad somit erhöhen.

[0011] Ursächlich für die Problematik der hohen Lei-

tungsverluste ist nicht zuletzt der Skin-Effekt, der bei für den Betrieb der Antennenanordnung geeigneten Frequenzen besonders ausgeprägt ist. Der Skin-Effekt bezeichnet das Phänomen, dass einem im Inneren eines Leiters fließenden Wechselstrom bei hohen Frequenzen vermehrt Wirbelströme entgegenwirken, die durch den Wechselstrom im Inneren des Leiters induziert werden und den Nettostromfluss somit verringern, sodass der Stromfluss aus der Mitte des Leiters an den Rand des Leiters verlagert wird. In der Folge trägt bei hohen Frequenzen im Wesentlichen nur noch der Rand des Leiters zur Stromleitung bei, und der effektive Widerstand des Leiters erhöht sich.

[0012] Ferner kommt hinzu, dass ein auf der Ober- oder Unterseite der Leiterplatte angeordneter Leiter in demjenigen Randbereich, in dem er mit der Ober- oder Unterseite in Berührung steht, den Strom nur wenig effizient leitet, weil die Oberfläche der Leiterplatte und damit auch die des Leiters in diesem Randbereich üblicherweise eine hohe Rauigkeit aufweisen und der Strompfad in diesem Bereich entsprechend verlängert ist.

[0013] Die dielektrischen Verluste entstehen in der die Antenne tragenden Leiterplatte und hängen somit von den dielektrischen Verlusteigenschaften der die Leiterplatte bildenden Materialien ab. Im Rahmen der Erfindung besteht die die Antenne tragende Leiterplatte bevorzugt vollständig aus elektrisch nicht leitfähigem, dielektrischem Material. Die Leiterplatte kann beispielsweise aus mehreren dielektrischen Schichten laminiert sein.

[0014] Die erfindungsgemäße Ausbildung eines leitfähigen Antennenabschnitts an einer Schmalseite der Leiterplatte schafft einen elektrischen Strompfad mit guten Stromleitungseigenschaften und reduziert somit die auftretenden Leitungsverluste der Antenne.

[0015] Ein Vorteil eines an einer Schmalseite angebrachten leitfähigen Antennenabschnitts ist hierbei, dass der Antennenabschnitt selbst keinen Platz auf der Ober- oder der Unterseite in Anspruch nimmt. Somit kann auch bei geringem Platzangebot auf der Ober- und Unterseite der Leiterplatte ein verhältnismäßig großer elektrisch leitfähiger Antennenabschnitt realisiert werden und damit eine erhöhte Leitfähigkeit der Antenne erreicht werden.

[0016] Ein schmalseitiger Antennenabschnitt ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Antenne eine Ringantenne ist und einen Strompfad aufweist, der zumindest im Wesentlichen ringförmig in der Ebene der Leiterplatte verläuft. Ein schmalseitiger Antennenabschnitt weist hier zumindest annähernd die Form eines Mantelsegments auf, was zu einer besonders guten Abstrahlungscharakteristik führt und zu einem erhöhten Antennenwirkungsgrad beiträgt.

[0017] Im Ergebnis besitzt die erfindungsgemäße Antennenanordnung also einen verbesserten Antennenwirkungsgrad, wodurch letztlich nicht nur die Antennenreichweite erhöht, sondern auch der Energiebedarf verringert ist.

[0018] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der Beschreibung und den

Zeichnungen beschrieben.

[0019] Der an der Schmalseite angeordnete leitfähige Antennenabschnitt weist bevorzugt ein metallisches Material auf, insbesondere Kupfer oder Gold. Bevorzugt ist der leitfähige schmalseitige Antennenabschnitt eine an der Schmalseite angeordnete metallische Schicht mit im Wesentlichen konstanter Dicke, welche zum Beispiel mehrere 10 µm beträgt.

[0020] Gemäß einer Ausführungsform grenzt die Schmalseite der Leiterplatte an die Oberseite und/oder die Unterseite der Leiterplatte an. Die Schmalseite kann sich dabei im Wesentlichen senkrecht zur Ober- beziehungsweise Unterseite der Leiterplatte erstrecken. Bevorzugt ist es, wenn sich die Schmalseite von der Oberseite bis zu der Unterseite der Leiterplatte und somit also durch die Leiterplatte hindurch erstreckt. In diesem Fall stellt die Schmalseite eine besonders große Fläche für den an der Schmalseite angeordneten Antennenabschnitt zur Verfügung.

[0021] Die Schmalseite begrenzt ein sich durch die Leiterplatte hindurch erstreckendes Loch der Leiterplatte, welches bevorzugt länglich ausgebildet ist. Grenzt der schmalseitige Antennenabschnitt an ein Loch oder eine Außenseite der Leiterplatte, so ist weniger dielektrisches Leiterplattenmaterial in der direkten Umgebung des schmalseitigen Antennenabschnitts vorhanden, wodurch die dielektrischen Verluste des durch einen in dem schmalseitigen Antennenabschnitt fließenden Strom erzeugten elektromagnetischen Felds verringert werden. Außerdem lassen sich derartige Schmalseiten besonders einfach bilden, zum Beispiel indem Löcher in der Leiterplatte durch einen Fräsprozess gebildet werden beziehungsweise indem die äußere Kontur der Leiterplatte durch einen Fräsprozess entsprechend zugeschnitten wird.

[0022] Erfindungsgemäß bildet der schmalseitige Antennenabschnitt keinen geschlossenen elektrisch leitfähigen Ring. Die Schmalseite, an welchem der Antennenabschnitt angebracht ist, begrenzt ein Loch der Leiterplatte und der Antennenabschnitt ist nur an einem Teilbereich der das Loch begrenzenden Schmalseite angebracht, ohne in dem Loch einen geschlossenen Ring zu bilden. Ein solcher schmalseitiger Antennenabschnitt kann in einfacher Weise durch vollständiges Beschichten einer ein Loch begrenzenden Schmalseite mit elektrisch leitfähigem Material und anschließendes Entfernen von unerwünschtem elektrisch leitfähigem Material erzeugt werden.

[0023] Obwohl eine Antennenanordnung vorstellbar ist, die ausschließlich einen schmalseitigen Antennenabschnitt und keine ober- oder unterseitigen Antennenabschnitte aufweist, ist der an der Schmalseite angeordnete Antennenabschnitt gemäß der Erfindung mit einem auf der Oberseite verlaufenden Antennenabschnitt und mit einem auf der Unterseite verlaufenden Antennenabschnitt verbunden. Durch das Vorsehen des schmalseitigen Antennenabschnitts zusätzlich zu einem mit dem schmalseitigen Antennenabschnitt verbundenen, auf der

Ober- und Unterseite verlaufenden Antennenabschnitt wird die Leitfähigkeit der gesamten Anordnung deutlich erhöht.

[0024] Der schmalseitige Antennenabschnitt kann entlang seiner zumindest annähernd gesamten Länge mit dem auf der Ober- oder Unterseite verlaufenden Antennenabschnitt verbunden sein.

[0025] Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind zwei schmalseitige Antennenabschnitte auf gegenüberliegenden Seiten eines auf der Oberseite verlaufenden Antennenabschnitts oder eines auf der Unterseite verlaufenden Antennenabschnitts mit diesem verbunden. Die zwei schmalseitigen und der ober- beziehungsweise unterseitige Antennenabschnitt bilden somit zwei Winkel, in deren Scheiteln höhere Ströme fließen können, wodurch die Leitfähigkeit des Antennenabschnitts insgesamt noch weiter erhöht ist.

[0026] Gemäß der Erfindung erstreckt sich der an der Schmalseite angeordnete Antennenabschnitt durch die Leiterplatte hindurch und verbindet einen auf der Oberseite der Leiterplatte angeordneten Antennenabschnitt mit einem auf der Unterseite der Leiterplatte angeordneten Antennenabschnitt. Durch diese Anordnung werden ebenfalls zwei Antennenabschnittwinkel gebildet, in deren Scheiteln höhere Ströme fließen können und die zu einem erhöhten Antennenwirkungsgrad beitragen.

[0027] Gemäß der Erfindung sind ein oberseitiger und ein unterseitiger Antennenabschnitt durch zwei gegenüberliegende schmalseitige Antennenabschnitte miteinander verbunden. Auf diese Weise werden vier Antennenabschnittwinkel gebildet und ein noch höherer Stromfluss und Antennenwirkungsgrad erreicht.

[0028] Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der an der Schmalseite angeordnete Antennenabschnitt eine Unterbrechung eines auf der Oberseite oder auf der Unterseite der Leiterplatte verlaufenden ersten Antennenabschnitts elektrisch überbrückt. Dabei kann der schmalseitige Antennenabschnitt den ersten Antennenabschnitt zusätzlich mit einem zweiten, auf der Unter- beziehungsweise Oberseite verlaufenden Antennenabschnitt verbinden.

[0029] Eine Unterbrechung des Antennenabschnitts der Ober- oder Unterseite der Leiterplatte kann dazu dienen, andere auf der Ober- oder Unterseite der Leiterplatte angebrachte Schaltungsteile aufzunehmen, wie beispielsweise eine durch die Unterbrechung hindurch verlaufende Leiterbahn zur Verbindung verschiedener Schaltungsteile oder Bauelemente.

[0030] So kann die Leiterplatte außer der Antenne noch weitere Schaltungsteile tragen, die z.B. in gemeinsamen Prozessschritten mit der Antenne hergestellt werden, beispielsweise Verbindungsleitungen und Anschlussflächen für weitere auf der Leiterplatte angeordnete Schaltungsteile.

[0031] Auf der Ober- und/oder Unterseite der Leiterplatte angeordnete Antennenabschnitte können in diesem Fall in einem gemeinsamen Prozessschritt mit den weiteren Schaltungsteilen, wie z.B. Verbindungsleitun-

gen und Anschlussflächen, gebildet werden.

[0032] Solche weiteren Schaltungsteile können z.B. zu einer Ansteuerungsschaltung, welche die auf der Leiterplatte angebrachte Antenne mit einem Ansteuerungssignal beaufschlagt, oder, im Fall einer Empfangsantenne, einer Empfangs- und Auswerteschaltung gehören. Im Fall einer Sendeantenne wird die Antenne bevorzugt mit Frequenzen im Bereich zwischen 300 und 1000 MHz angesteuert.

[0033] Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 3. Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere zur Herstellung einer Antennenanordnung der voranstehend beschriebenen Art dienen. Die vorstehend erläuterten Vorteile gelten somit entsprechend.

[0034] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zur Bildung wenigstens eines Antennenabschnitts ein elektrisch leitfähiges Material an einer Schmalseite der Leiterplatte angebracht, welche an die Oberseite und/oder die Unterseite der Leiterplatte angrenzt.

[0035] Gemäß der Erfindung wird die Schmalseite der Leiterplatte durch Entfernen von Leiterplattenmaterial erzeugt, insbesondere durch die Bildung eines, insbesondere langgestreckten, Loches in der Leiterplatte, beispielsweise durch einen Bohr- oder Fräsprozess. Bohr- und Fräsprozesse für Leiterplatten sind an sich bekannt und können in einfacher Weise mit verfügbaren Werkzeugen und Maschinen bewerkstelligt werden. Vorteilhafterweise werden in der Leiterplatte mehrere Löcher entlang der gewünschten Antennenleiterbahn für mehrere schmalseitige Antennenabschnitte erzeugt. Bekannte Bohr- oder Fräsmaschinen können eine solche Vielzahl von Löchern mit hoher Präzision und in hoher Geschwindigkeit anhand eines elektronischen Layouts, beispielsweise eines CAD-Layouts, erzeugen.

[0036] Besonders bevorzugt ist es, wenn das Entfernen von Leiterplattenmaterial zur Erzeugung der Schmalseite in einem gemeinsamen Prozessschritt mit der Bildung von Löchern für Durchverbindungen zwischen Schaltungsteilen auf der Oberseite und Schaltungsteilen auf der Unterseite der Leiterplatte, so genannte Vias, erfolgt.

[0037] Durch die gemeinsame Erzeugung von Via-Löchern und Schmalseite(n) wird der Herstellungsprozess für die Antennenanordnung vereinfacht, indem kein separater Prozessschritt zum Entfernen von Leiterplattenmaterial zur Erzeugung der Schmalseite(n) durchgeführt zu werden braucht. Die Via-Löcher und die Schmalseite(n) können somit insbesondere in ein und derselben Werkzeugmaschine hergestellt werden, ohne dass die Leiterplatte zwischenzeitlich aus dem Arbeitsbereich der Maschine entfernt werden muss. Der Layoutdatei für das Erzeugen der Via-Löcher können hierzu einfach die geometrischen Daten für das Bohren und/oder Fräsen zur Erzeugung der Schmalseite(n) hinzugefügt werden.

[0038] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird das elektrisch leitfähige Material durch einen Abscheidungsprozess an der Schmalseite angebracht, ins-

besondere mittels eines galvanischen Verfahrens. Durch galvanische Abscheidungsprozesse können Schichten von elektrisch leitfähigem Material an einer Schmalseite erzeugt werden, die eine hohe Güte, eine hohe elektrische Leitfähigkeit und gute Adhäsion an dem Leiterplattenmaterial aufweisen. Bevorzugt wird Kupfer und/oder Gold abgeschieden und besonders bevorzugt wird eine Schicht mit zumindest näherungsweise konstanter Dicke abgeschieden, welche zum Beispiel zwischen 30 und 100 µm betragen kann.

[0039] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Schmalseiten und die Seitenwände, welche die Via-Löcher begrenzen, gleichzeitig in einem gemeinsamen Abscheidungsprozess mit elektrisch leitfähigem Material beschichtet werden, da hierdurch kein separater Abscheidungsprozess für das Erzeugen der Antennenabschnitte an den Schmalseiten erforderlich ist.

[0040] Bevorzugt wird an den Schmalseiten angebrachtes elektrisch leitfähiges Material und/oder daran angrenzendes Leiterplattenmaterial anschließend bereichsweise entfernt, zum Beispiel durch einen Fräsprozess.

[0041] Auf diese Weise lässt sich nicht benötigtes elektrisch leitfähiges Material beseitigen, z.B. elektrisch leitfähiges Material, welches dem Antennenabschnitt abgewandt ist, beziehungsweise das Gewicht und der Platzbedarf der Leiterplatte reduzieren. Außerdem lassen sich durch die Entfernung von Leiterplattenmaterial dielektrische Verluste reduzieren.

[0042] Gemäß der Erfindung kann die Schmalseite durch die Bildung eines Loches in der Leiterplatte erzeugt und nach der Metallisierung der Schmalseite Leiterplattenmaterial entfernt werden, welches sich zwischen dem Loch und einer Außenseite der Leiterplatte erstreckt, so dass die Schmalseite selbst zur Außenseite der Leiterplatte wird. Es wird also die Außenkontur der Leiterplatte durch Zuschneiden verkleinert, bis die Schmalseite zur Außenseite der Leiterplatte wird. Dieses Zuschneiden der Leiterplatte hin zur Schmalseite reduziert den Platzbedarf der Leiterplatte und die auftretenden dielektrischen Verluste. Da sich der schmalseitige Antennenabschnitt zumindest bereichsweise entlang der Außenkontur der Leiterplatte erstreckt, wird bei vorgegebener Baugröße außerdem eine maximale Antennenlänge beziehungsweise ein maximaler Antennendurchmesser erreicht. Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a eine Leiterplattenanordnung nach dem Bohren von Via-Löchern;

Fig. 1b eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A' von Fig. 1 a;

Fig. 2a die Anordnung von Fig. 1 nach dem Fräsen von Langlöchern;

- Fig. 2b eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A' von Fig. 2a;
- Fig. 3a die Anordnung von Fig. 2 nach dem Beschichten der Löcher mit leitfähigem Material;
- Fig. 3b eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A' von Fig. 3a;
- Fig. 4a die Anordnung von Fig. 3 nach dem Strukturieren von Leiterbahnen;
- Fig. 4b eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A' von Fig. 4a;
- Fig. 4c eine Rückseitenansicht der Anordnung von Fig. 4a;
- Fig. 5 eine Zuschneidetrajektorie, entlang der die Leiterplattenanordnung von Fig. 4 zugeschnitten wird;
- Fig. 6a eine erfindungsgemäße Antennenanordnung, die durch das Verfahren von Fig. 1-5 hergestellt worden ist;
- Fig. 6b eine Querschnittsansicht der Antennenanordnung von Fig. 6a entlang der Linie A-A' von Fig. 6a.

[0043] Fig. 1 bis 6 zeigen eine erfindungsgemäße Antennenanordnung in unterschiedlichen Stadien ihrer Herstellung.

[0044] Fig. 1a zeigt eine Draufsicht auf die Oberseite einer Leiterplatte 10, die eine Ober- und eine Unterseite umfasst, auf denen jeweils eine Kupferschicht 14 aufgebracht wurde. Fig. 1a zeigt Löcher 12 für Durchverbindungen 22 (Vias, siehe Fig. 3 bis 6) zwischen Schaltungsteilen auf der Oberseite und Schaltungsteilen auf der Unterseite der Leiterplatte 10. Die Via-Löcher 12 können z.B. durch einen Bohr- oder Fräsprozess hergestellt werden. Seitenwände 11 der Leiterplatte 10 begrenzen die Via-Löcher 12.

[0045] Fig. 1b zeigt die Leiterplatte 10 von Fig. 1a in einem Querschnitt entlang der Linie A-A' von Fig. 1a. Neben einem Via-Loch 12 sind auch die Kupferschichten 14, 14' erkennbar, die auf der Oberseite und der Unterseite der Leiterplatte 10 jeweils aufgebracht sind. In Fig. 1b und auch in den übrigen Querschnittsdarstellungen ist die Dicke s der Kupferschichten 14, 14' im Vergleich zu der Dicke d der Leiterplatte 10 übertrieben groß dargestellt. Die Dicke d der Leiterplatte 10 kann beispielsweise ca. 1,5 mm und die Dicke s der Kupferschichten 14, 14' jeweils ca. 50 μm betragen.

[0046] Fig. 2a zeigt die Leiterplatte 10 von Fig. 1, nachdem Langlöcher 16 in der Leiterplatte 10 erzeugt wurden. Die Langlöcher 16 verlaufen entlang gewünschter Antennenleiterbahnen und werden jeweils umlaufend durch

eine Schmalseite 18 der Leiterplatte 10 begrenzt. Abschnittsweise verlaufen jeweils zwei Langlöcher 16 parallel zueinander auf gegenüberliegenden Seiten einer Antennenleiterbahn, sodass durch zwei benachbarte Langlöcher 16 jeweils ein langgestreckter freitragender Steg 19 der Leiterplatte 10 begrenzt wird, der einen ober- und unterseitigen Antennenabschnitt 24, 24' tragen kann.

[0047] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel werden die Langlöcher 16 durch einen Fräsprozess erzeugt. Die Langlöcher 16 werden senkrecht zu der Ober- und Unterseite der Leiterplatte 10 gefräst, sodass die die Langlöcher 16 begrenzenden Schmalseiten 18 und die Oberbeziehungsweise Unterseite der Leiterplatte 10 einen im Wesentlichen rechten Winkel bilden. Der Bohrprozess für die Via-Löcher 12 und der Fräsprozess für die Langlöcher 16 können in einem gemeinsamen Prozessschritt in derselben Maschine durchgeführt werden.

[0048] Nach der Erzeugung der Via-Löcher 12 und der Langlöcher 16 werden die Seitenwände 11 der Via-Löcher 12 und die durch die Langlöcher 16 definierten Schmalseiten 18 durch einen Abscheidungsprozess mit einem leitfähigen Material, im vorliegenden Ausführungsbeispiel mit Kupfer, beschichtet.

[0049] Fig. 3a zeigt eine Draufsicht auf die Anordnung von Fig. 2a nach der Abscheidung, welche in an sich bekannter Weise durch Galvanisierung in einem Galvanikbad erfolgen kann. Die Dicke des abgeschiedenen Kupfermaterials kann z.B. mehrere 10 μm betragen.

[0050] Das an den Schmalseiten 18 abgeschiedene Kupfermaterial bildet zum einen schmalseitige Antennenabschnitte 20 und zum anderen unerwünschtes beziehungsweise nicht benötigtes Kupfermaterial 20', nämlich in den Bereichen der die Langlöcher 16 begrenzenden Schmalseiten 18, die dem gewünschten schmalseitigen Antennenabschnitt 20 abgewandt sind. Außerdem bildet das in den Via-Löchern 12 abgeschiedene Kupfer die Durchverbindungen 22 (Vias).

[0051] Fig. 3b zeigt, dass der Querschnitt eines freitragenden Leiterplattenstegs 19 ringsum von leitfähigem Material umgeben ist, nämlich von den Kupferschichten 14, 14' und den schmalseitigen Antennenabschnitten 20. Das den frei tragenden Steg 19 umgebende leitfähige Material 14, 14', 20 bildet durch seine Geometrie einen Antennenstrompfad mit erhöhter Leitfähigkeit.

[0052] Nach der Abscheidung des leitfähigen Materials werden die Kupferschicht 14 auf der Oberseite und die Kupferschicht 14' auf der Unterseite der Leiterplatte 10 in geeigneter Weise strukturiert, z.B. durch einen an sich bekannten Ätzprozess, um auf der Oberseite und der Unterseite der Leiterplatte 10 elektrisch leitfähige Antennenabschnitte 24, 24' sowie elektrische Verbindungsleitungen 28 und elektrische Anschlussflächen 26 für zusätzlich zu der Antenne auf der Leiterplatte 10 herzustellende Schaltungsteile zu schaffen (Fig. 4).

[0053] Fig. 4a, b, c zeigen die Leiterplatte 10 nach dem Strukturieren der Kupferschichten 14, 14'. Zur besseren Orientierung ist die Ansicht auf die Unterseite der Leiter-

platte 10 in Fig. 4c aus der Perspektive von oben, also von der Oberseite her durch die Leiterplatte 10 hindurch betrachtet, dargestellt, sodass vereinfacht erkennbar ist, welche Elemente auf der Oberseite der Leiterplatte 10 welchen Elementen auf der Unterseite der Leiterplatte 10 gegenüberliegen, ohne dass der Betrachter die spiegelverkehrte Perspektive berücksichtigen muss, die sich ergibt, wenn man die Leiterplatte 10 einmal von oben und einmal von unten betrachtet.

[0054] Wie Fig. 4a zeigt, ist auf der Oberseite der Leiterplatte 10 ein annähernd ringförmiger Antennenabschnitt 24 ausgebildet, der bereichsweise entlang den Schmalseiten 18 der Langlöcher 16 verläuft und dabei mit dem an den Schmalseiten 18 abgeschiedenen leitfähigen Material der schmalseitigen Antennenabschnitte 20 in elektrischem Kontakt steht. Dem Antennenabschnitt 24 gegenüberliegend auf der Unterseite der Leiterplatte 10 ist ein im Wesentlichen identisch ausgestalteter Antennenabschnitt 24' ausgebildet, der ebenfalls mit dem leitfähigen Material des schmalseitigen Antennenabschnitts 20 in Verbindung steht. Die beiden Antennenabschnitte 24, 24' auf der Ober- und der Unterseite sind wie in Fig. 4b gezeigt über die schmalseitigen Antennenabschnitte 20 miteinander verbunden.

[0055] Die Antennenleiterbahnen 24, 24' auf der Ober- und Unterseite der Leiterplatte 10 bilden zusammen mit den schmalseitigen Antennenabschnitten 20 eine im Wesentlichen ringförmige Antenne, die insbesondere im Bereich der freitragenden Stege 19 eine erhöhte Leitfähigkeit durch das an den Schmalseiten 18 abgeschiedene leitfähige Material sowie verringerte dielektrische Verluste durch die Bildung der Langlöcher 16 in dem dielektrischen Material der Leiterplatte 10 aufweist.

[0056] In Fig. 4a sind mehrere in dem Strukturierungsschritt erzeugte elektrische Anschlussflächen 26 sowie elektrische Verbindungsleitungen 28 dargestellt. Diese Anschlussflächen 26 und Verbindungsleitungen 28 erlauben es, elektronische Bauelemente zur Bildung einer Ansteuerungsschaltung zur Ansteuerung der Antenne auf der Leiterplatte 10 anzubringen. Die Antenne ist mit der Ansteuerungsschaltung über die Anschlussfläche 26a verbunden sowie über eine sich auf der Rückseite der Leiterplatte 10 befindende Anschlussfläche 26b, die der Schaltung als Bezugspotential dient.

[0057] Zur Bildung der Ansteuerungsschaltung können in an sich bekannter Weise elektronische Bauelemente, beispielsweise SMD-Bauelemente, an den Anschlussflächen 26 angebracht und über die elektrischen Verbindungsleitungen 28 miteinander verschaltet werden. Wie Fig. 4a, b und c zeigen, werden hierbei Schaltungsteile auf der Oberseite der Leiterplatte 10 durch die vor dem Strukturierungsprozess hergestellten Durchverbindungen 22 miteinander verbunden. Die Montage der Bauelemente zur Bildung der Ansteuerungsschaltung kann vor oder nach einem auf den Strukturierungsschritt folgenden Zuschneideschritt oder auch zwischen zwei Teilschritten des Zuschneideschritts erfolgen. Der Zuschneideschritt wird im Folgenden erläutert.

[0058] Nach der Strukturierung wird die Leiterplatte 10 auf die gewünschte Größe der Antennenanordnung zugeschnitten. Fig. 5 zeigt schematisch die Schneidelinien 30a, b, entlang derer die Leiterplatte 10 zugeschnitten wird. Durch die Schneidelinie 30a wird die Außenkontur der Leiterplatte 10 so definiert, dass die der Schneidelinie 30a benachbarten schmalseitigen Antennenabschnitte 20 der außen gelegenen Langlöcher 16 nunmehr Außenseiten der Leiterplatte 10 bilden und Bereiche der Antennenabschnitte 24, 24' auf der Ober- und Unterseite direkt an die Außenseite der Leiterplatte 10 angrenzen. Nicht benötigtes elektrisch leitfähiges Material 20' und überflüssiges Leiterplattenmaterial wird hierbei entfernt.

[0059] Anstatt die Außenkontur der Leiterplatte 10 ringsum, also nach einer geschlossenen Schneidelinie wie der Schneidelinie 30a zuzuschneiden, kann die Außenkontur der Leiterplatte 10 auch dadurch zugeschnitten werden, dass Leiterplattenmaterial, das sich zwischen einem außen gelegenen Langloch 16 und einer Außenseite der Leiterplatte 10 erstreckt, durch zwei zwischen der Außenseite der Leiterplatte 10 und dem Langloch 16 geführte Schnitte herausgeschnitten wird. In diesem Fall kann die Leiterplatte 10 bevorzugt bereits vor der Strukturierung der Kupferschichten 14, 14' grob auf eine Außenkontur zugeschnitten werden, die etwas größer als ihr Endmaß ist, sodass dünne Stege der Leiterplatte 10 verbleiben, die sich zwischen den äußeren Langlöchern 16 und der Außenseite der Leiterplatte 10 erstrecken. Diese werden dann in einem weiteren, auf die Strukturierung folgenden Zuschneideschritt herausgeschnitten.

[0060] Durch die Schneidelinien 30b wird außerdem an den innen gelegenen Langlöchern 16 unerwünschtes abgeschiedenes elektrisch leitfähiges Material 20' entfernt. Hierbei wird gegebenenfalls auch um das unerwünschte elektrisch leitfähige Material 20' herum gelegenes Leiterplattenmaterial entfernt.

[0061] Fig. 6a und b zeigen die fertige Antennenanordnung nach dem Zuschneiden. Bei dieser Antennenanordnung ist die elektrische Leitfähigkeit der Antenne durch die schmalseitigen Antennenabschnitte 20 erhöht, und die dielektrischen Verluste sind durch das Entfernen von dielektrischem Material verringert. Durch die Verwendung äußerer Schmalseiten 18 der Leiterplatte 10 für schmalseitige Abschnitte 20 der Antenne wird außerdem ein maximaler Antennendurchmesser bei minimalem Platzbedarf der Antennenanordnung erreicht.

Bezugszeichenliste

[0062]

10	Leiterplatte
11	Seitenwand
12	Via-Loch
14, 14'	Kupferschicht
16	Langloch
18	Schmalseite

19	freitragender Steg	
20	schmalseitiger Antennenabschnitt	
20'	nicht benötigtes elektrisch leitfähiges Material	
22	Durchverbindung (Via)	
24, 24'	Antennenabschnitt	5
26,a,b	elektrische Anschlussfläche	
28	elektrische Verbindungsleitung	
30a,b	Schneidelinie	
s	Dicke der Kupferschicht	10
d	Dicke der Leiterplatte	

Patentansprüche

1. Antennenanordnung mit einer Leiterplatte (10), die eine Oberseite und eine Unterseite aufweist, und einer durch die Leiterplatte (10) getragenen Antenne (20, 24, 24'), welche wenigstens einen elektrisch leitfähigen Antennenabschnitt (20) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - ein erster Antennenabschnitt (20) an einer an die Oberseite und/oder die Unterseite angrenzenden ersten Schmalseite (18) der Leiterplatte (10) angeordnet ist, wobei die erste Schmalseite (18) ein Loch (16) der Leiterplatte (10) begrenzt und der erste Antennenabschnitt (20) nur in einem Teilbereich der das Loch (16) begrenzenden Schmalseite (18) angebracht ist, ohne in dem Loch (16) einen in der Ebene der Leiterplatte (10) geschlossenen Ring zu bilden, die erste Schmalseite (18) durch einen freitragenden Steg (19) der Leiterplatte (10) gebildet ist, welcher eine der ersten Schmalseite (18) gegenüberliegende zweite Schmalseite (18) aufweist, die eine Außenseite der Leiterplatte (10) bildet, wobei ein zweiter Antennenabschnitt (20) an der zweiten Schmalseite (18) angeordnet ist, und der erste Antennenabschnitt (20) und der zweite Antennenabschnitt (20) zusammen mit auf der Oberseite und Unterseite des freitragenden Stegs (19) angeordneten Antennenabschnitten (24, 24') eine quer zur Ebene der Leiterplatte ringförmige Antenne bilden.
2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Schmalseite (10) ein Langloch (16) der Leiterplatte (10) begrenzt/begrenzen.
3. Verfahren zur Herstellung einer Antennenanordnung, die eine Leiterplatte (10) mit einer Oberseite und einer Unterseite und eine durch die Leiterplatte (10) getragene Antenne (20, 24, 24') umfasst, bei welchem Verfahren zur Bildung von Antennenabschnitten (20) ein elektrisch leitfähiges Material an

Schmalseiten (18) der Leiterplatte (10) angebracht wird, welche an die Oberseite und/oder die Unterseite angrenzen, wobei die Schmalseiten (18) der Leiterplatte (10) durch Entfernen von Leiterplattenmaterial durch die Bildung von mittels eines Bohr- oder Fräsprozesses erzeugten Löchern (16) in der Leiterplatte (10) erzeugt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren so durchgeführt wird, dass

ein erster Antennenabschnitt (20) der hergestellten Antennenanordnung nur an einem Teilbereich der ein erstes Loch (16) begrenzenden ersten Schmalseite (18) angebracht wird, ohne in dem ersten Loch (16) einen in der Ebene der Leiterplatte (10) geschlossenen Ring zu bilden, ein zweiter Antennenabschnitt (20) an einer der ersten Schmalseite (18) gegenüberliegenden zweiten Schmalseite (18) der Leiterplatte (10) angebracht wird, wobei die zweite Schmalseite (18) ein zweites Loch (16) der Leiterplatte (10) begrenzt, nach dem Anbringen des elektrisch leitfähigen Materials an der ersten und der zweiten Schmalseite (18) Leiterplattenmaterial bereichsweise entfernt wird, welches sich zwischen dem zweiten Loch (16) und einer Außenseite der Leiterplatte (10) erstreckt, sodass die zweite Schmalseite (18) selbst zur Außenseite der Leiterplatte (10) wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste und/oder zweite Loch (16) ein Langloch (16) ist.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entfernen von Leiterplattenmaterial zur Erzeugung der Schmalseiten (18) in einem gemeinsamen Prozessschritt mit einer Bildung von Löchern (12) für Durchverbindungen (22) zwischen Schaltungsteilen (26, 28) auf der Oberseite und der Unterseite der Leiterplatte (10) erfolgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elektrisch leitfähige Material durch einen Abscheidungsprozess an den Schmalseiten (18) angebracht wird, insbesondere mittels eines galvanischen Verfahrens.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Abscheidungsprozess gleichzeitig die Schmalseiten (18) und Seitenwände (11), die Löcher (12) für Durchverbindungen (22) zwischen Schaltungsteilen (26, 28) auf der Oberseite und der Un-

terseite der Leiterplatte (10) begrenzen, mit elektrisch leitfähigem Material beschichtet werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurchgekennzeichnet**, dass an einer Schmalseite (18) angebrachtes elektrisch leitfähiges Material und/oder daran angrenzendes Leiterplattenmaterial bereichsweise entfernt werden, insbesondere durch einen Fräsprozess.

Claims

1. Antenna assembly with a printed circuit board (10) having an upper side and lower side, and an antenna (20, 24, 24') carried by the circuit board (10) which comprises at least one electrically conductive antenna section (20), **characterized in that** a first antenna section (20) is arranged on a first narrow side (18) of the circuit board (10) adjoining the upper side and/or the lower side, wherein the first narrow side (18) bounds a hole (16) of the circuit board (10) and the first antenna section (20) is arranged only in a portion of the narrow side (18) bounding the hole (16) without forming a closed ring in the plane of the circuit board (10) within the hole (16), the first narrow side (18) is formed by a cantilevered section (19) of the circuit board (10) which comprises a second narrow side (18) opposite the first narrow side (18) forming an outside of the circuit board (10), wherein a second antenna section (20) is arranged at the second narrow side (18), and the first antenna section (20) and the second antenna section (20), together with antenna sections (24, 24') arranged on the upper side and lower side of the cantilevered section (19), form an annular antenna transverse to the plane of the circuit board.
2. Antenna assembly according to claim 1, **characterized in that** the first narrow side (18) bounds an elongated hole (16) of the circuit board (10).
3. A method for manufacturing an antenna assembly with a printed circuit board (10) having an upper side and lower side, and an antenna (20, 24, 24') carried by the circuit board (10), in which method an electrically conductive material is provided at narrow sides (18) of the circuit board (10) adjoining the upper side and/or the lower side for forming of antenna sections (20), wherein the narrow sides (18) of the circuit board (10) are created by removing circuit board material by forming holes (16) in the circuit board (10) by means of a drilling or milling operation, **characterized in that** the method is performed so that a first antenna section (20) of the manufactured an-

tenna assembly is arranged only at a portion of the narrow side (18) bounding a first hole (16) without forming a closed ring in the plane of the circuit board (10) within the first hole (16), a second antenna section (20) is arranged at a second narrow side (18) of the circuit board (10) opposite the first narrow side (18), wherein the second narrow side (18) bounds a second hole (16) of the circuit board (10), following the attachment of the electrically conductive material at the first and second narrow side (18) material of the circuit board is removed in some areas, which extends between the second hole (16) and an outside of the circuit board (10) so that the second narrow side (18) itself becomes the outside of the circuit board (10).

4. The method according to claim 3, **characterized in that** the first hole and/or the second hole (16) are/is an elongated hole (16).
5. The method according to claim 3 or 4, **characterized in that** the removal of circuit board material for forming the narrow sides (18) is carried out in a common process step with formation of holes (12) for through-connections (22) between circuit parts (26, 28) on the upper side and the lower side of the circuit board (10).
6. A method according to any of the claims 3 to 5, **characterized in that** the electrically conductive material is applied on the narrow sides (18) by a deposition process in particular by means of a galvanic process.
7. A method according to claim 6, **characterized in that** in the deposition process at the same time the narrow sides (18) and the side walls (11), which bound holes (12) for through-connections (22) between circuit parts (26, 28) on the upper side and the lower side of the circuit board (10), are coated with electrically conductive material.
8. A method according to any of the claims 3 to 7, **characterized in that** electrically conductive material applied on a narrow side (18) and/or adjoining circuit board material is removed in some areas, in particular by a milling process.

Revendications

1. Agencement d'antenne comportant une carte à circuits (10) qui présente une face supérieure et une face inférieure et une antenne (20, 24, 24') portée

par la carte à circuits (10), qui comprend au moins une portion d'antenne (20) électriquement conducteur, **caractérisé en ce que**

une première portion d'antenne (20) est agencée sur un premier petit côté (18) adjacent à la face supérieure et/ou à la face inférieure de la carte à circuits (10), le premier petit côté (18) limitant un trou (16) de la carte à circuits (10) et la première portion d'antenne (20) étant agencée seulement dans une zone partielle du petit côté (18) limitant le trou (16) sans former dans le trou (16) un anneau fermé dans le plan de la carte à circuits (10), le premier petit côté (18) est formé par une entretoise autoportante (19) de la carte à circuits (10) qui présente un deuxième petit côté (18) opposé au premier petit côté (18) et formant une face extérieure de la carte à circuits (10), une deuxième portion d'antenne (20) étant agencée sur le deuxième petit côté (18), et la première portion d'antenne (20) et la deuxième portion d'antenne (20) forment, ensemble avec les portions d'antenne (24, 24') agencées sur la face supérieure et sur la face inférieure de l'entretoise autoportante (19), une antenne de forme annulaire transversalement au plan de la carte à circuits.

2. Agencement d'antenne selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier petit côté (10) délimite un trou oblong (16) de la carte à circuits (10).

3. Procédé de fabrication d'un agencement d'antenne qui comprend une carte à circuits (10) avec une face supérieure et une face inférieure et une antenne (20, 24, 24') portée par la carte à circuits (10), procédé dans lequel, pour former des portions d'antenne (20), on applique un matériau électriquement conducteur sur des petits côtés (18) de la carte à circuits (10) qui sont adjacents à la face supérieure et/ou à la face inférieure, les petits côtés (18) de la carte à circuits (10) étant engendrés en enlevant du matériau de carte à circuits par la formation de trous (16) engendrés dans la carte à circuits (10) par un processus de perçage ou de fraisage, **caractérisé en ce que** le procédé est mis en oeuvre de telle sorte que

une première portion d'antenne (20) de l'agencement d'antenne fabriqué n'est appliquée que sur une zone partielle du premier petit côté (18) délimitant un premier trou (16) sans former dans le premier trou (16) un anneau fermé dans le plan de la carte à circuits (10),

une deuxième portion d'antenne (20) est appliquée sur un deuxième petit côté (18) de la carte à circuits (10) qui est opposé au premier petit côté (18), le deuxième petit côté (18) limitant un deuxième trou (16) de la carte à circuits (10),

après avoir appliqué le matériau électriquement conducteur sur les premier et deuxième petits côtés (18), on enlève par endroits du matériau de carte à circuits

qui s'étend entre le deuxième trou (16) et une face extérieure de la carte à circuits (10), de telle sorte que le deuxième petit côté (18) devient lui-même la face extérieure de la carte à circuits (10).

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le premier et/ou le deuxième trou (16) est un trou oblong (16).

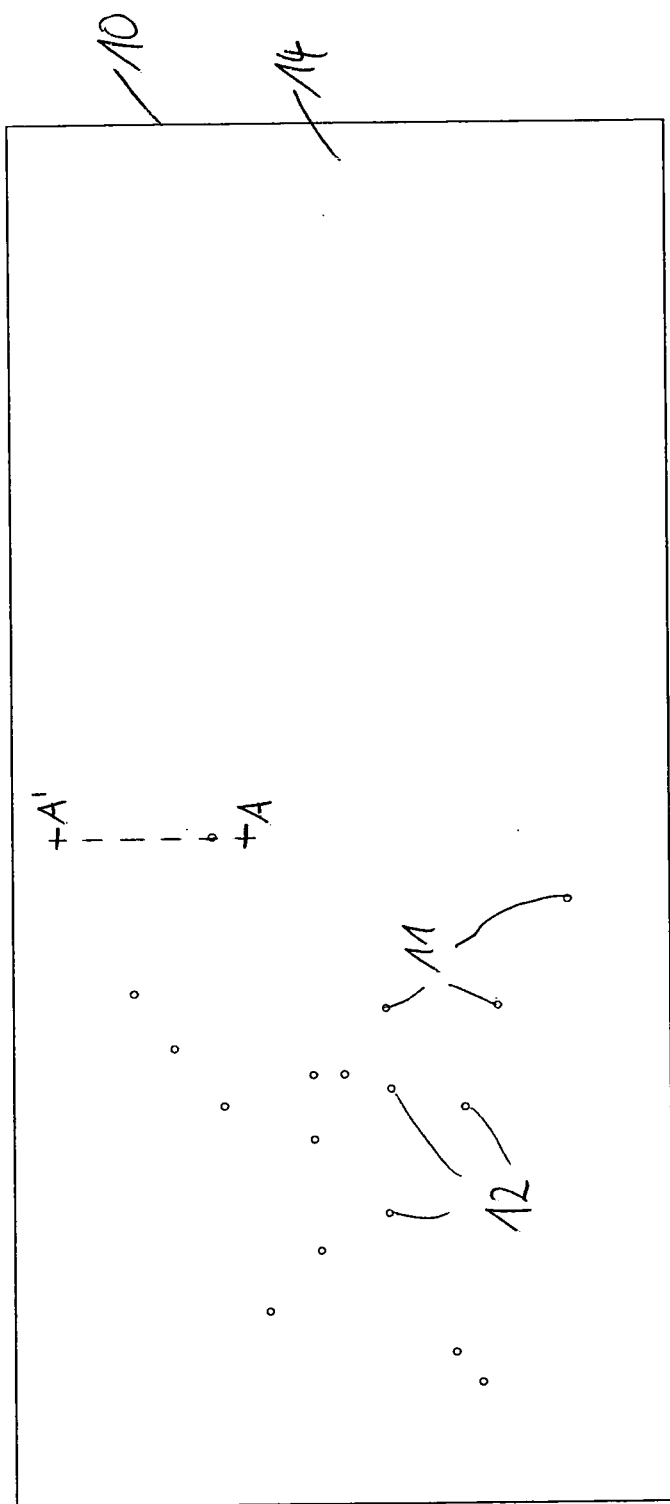
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** l'enlèvement de matériau de carte à circuits pour engendrer les petits côtés (18) est effectué dans une étape de processus commune avec une formation de trous (12) pour des interconnexions (22) entre des parties de circuit (26, 28) sur la face supérieure et sur la face inférieure de la carte à circuits (10).

6. Procédé selon l'une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** le matériau électriquement conducteur est appliqué sur les petits côtés (18) par un processus de dépôt, en particulier au moyen d'un procédé galvanique.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** dans le processus de dépôt, les petits côtés (18) et les parois latérales (11), qui limitent les trous (12) pour des interconnexions (22) entre les parties de circuit (26, 28) sur la face supérieure et sur la face inférieure de la carte à circuits (10), sont recouvert(e)s de matériau électriquement conducteur.

8. Procédé selon l'une des revendications 3 à 7, **caractérisé en ce que** du matériau électriquement conducteur appliqué sur un petit côté (18) et/ou du matériau de carte à circuits adjacent à celui-ci sont enlevés par endroits, en particulier par un processus de fraisage.

Fig. 1
a)



b)

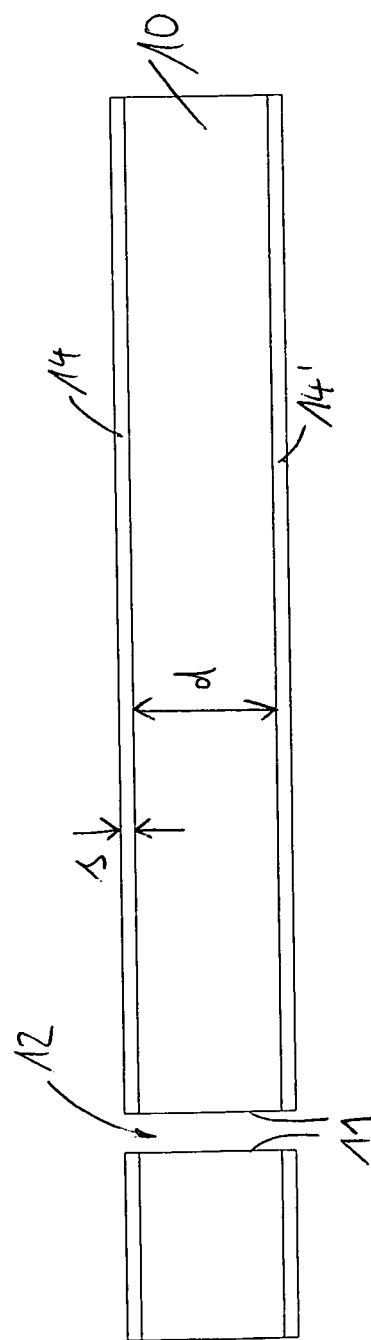
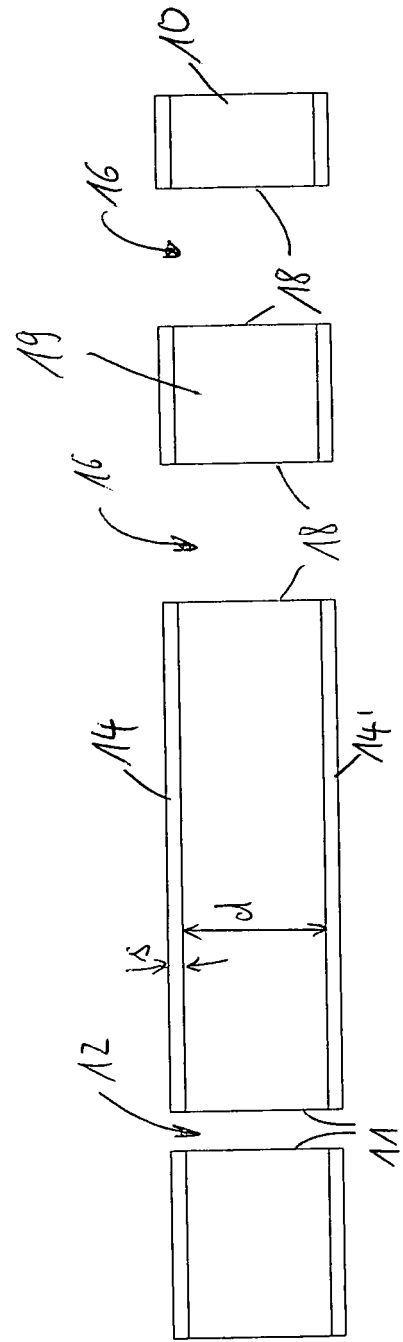
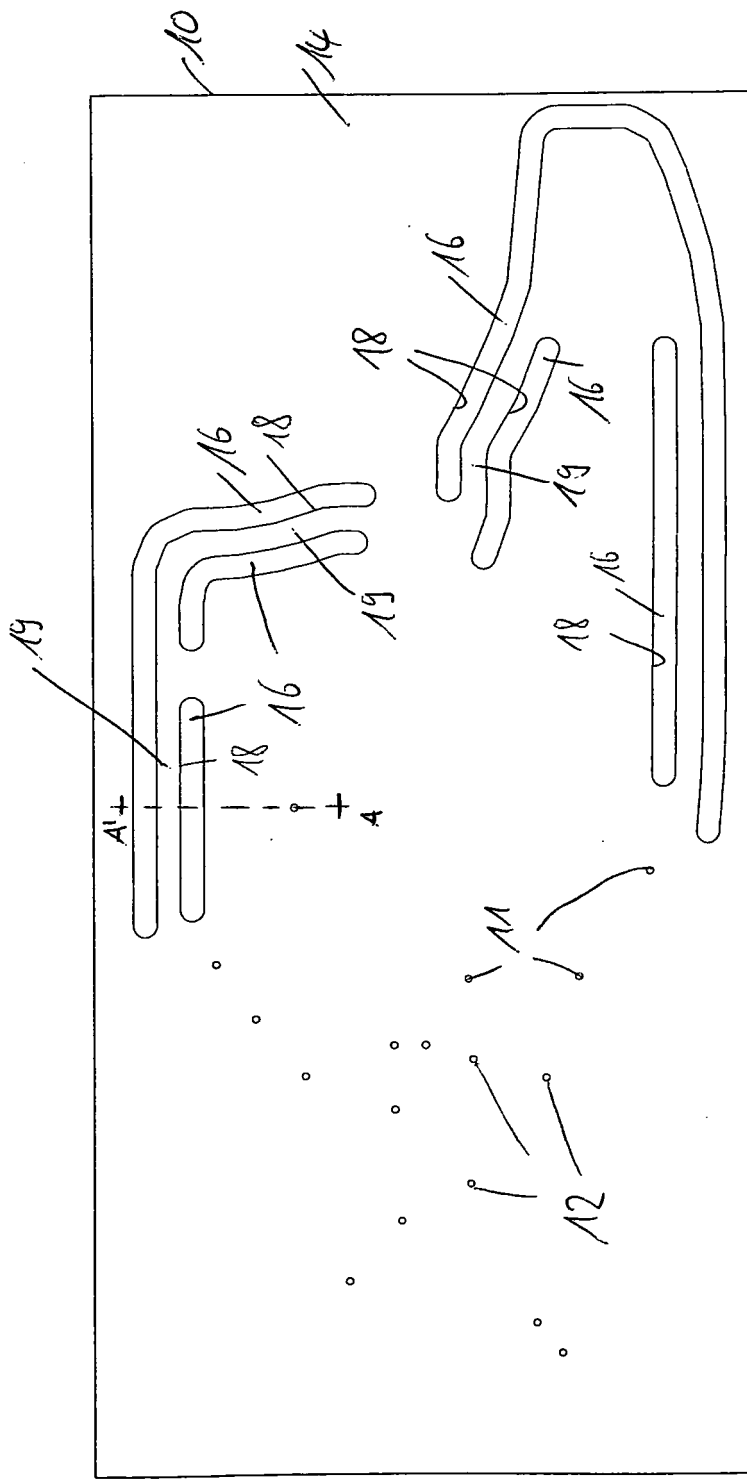


Fig. 2
a)



b)

Fig. 3
a)

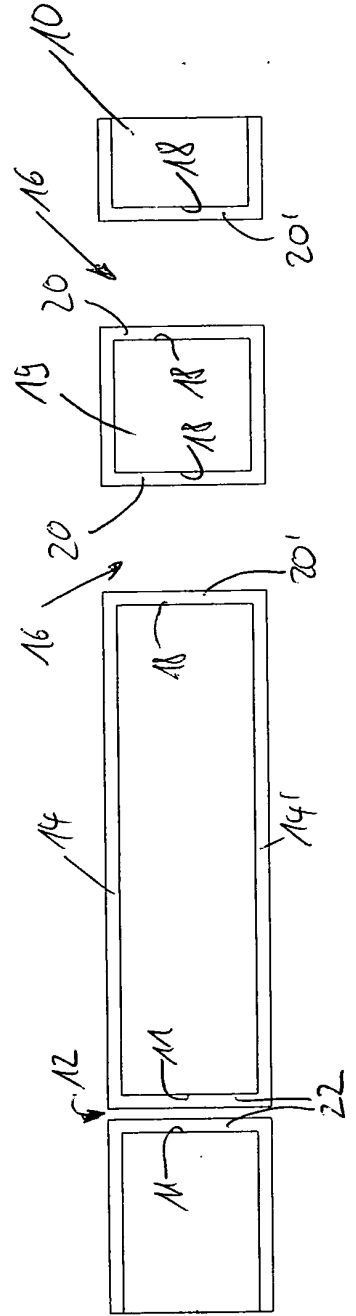
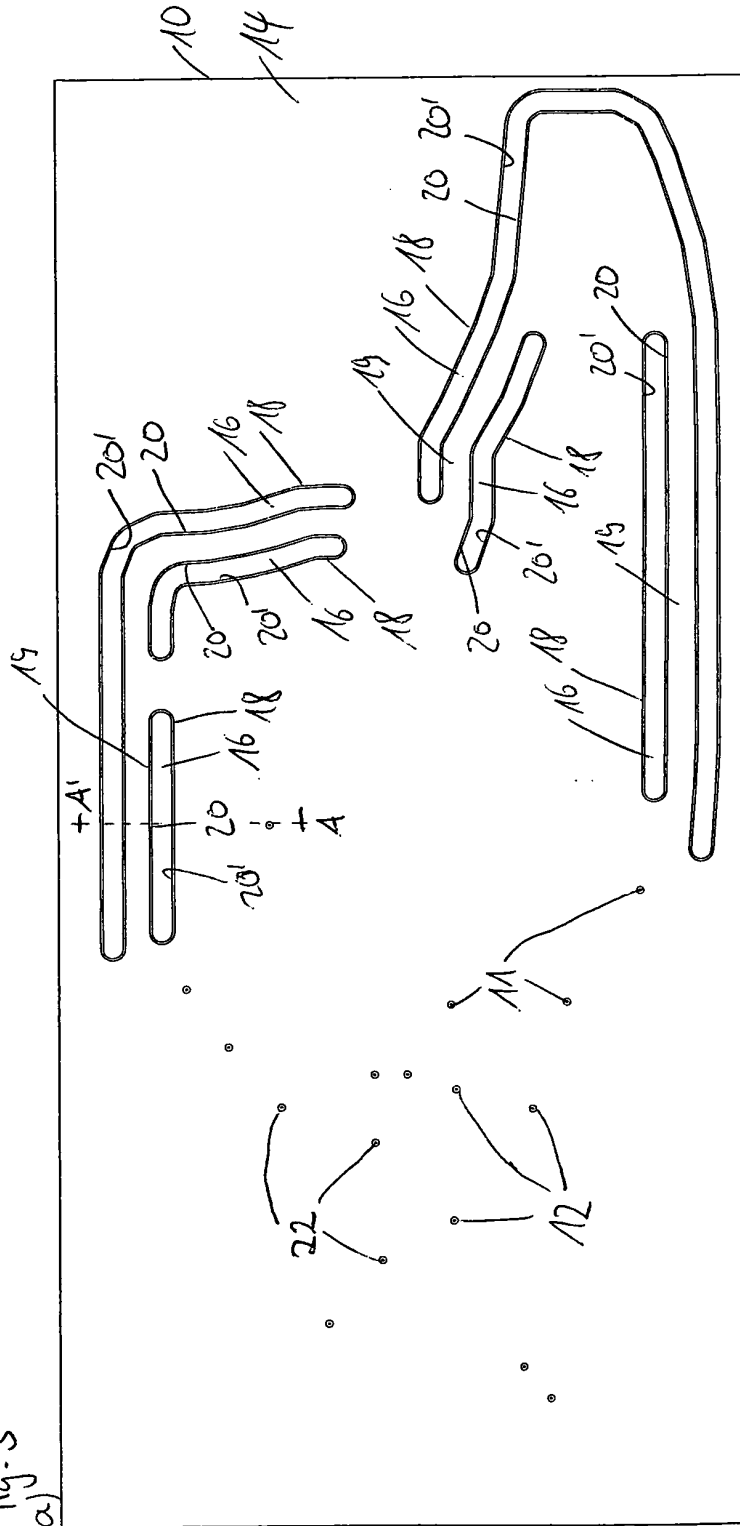
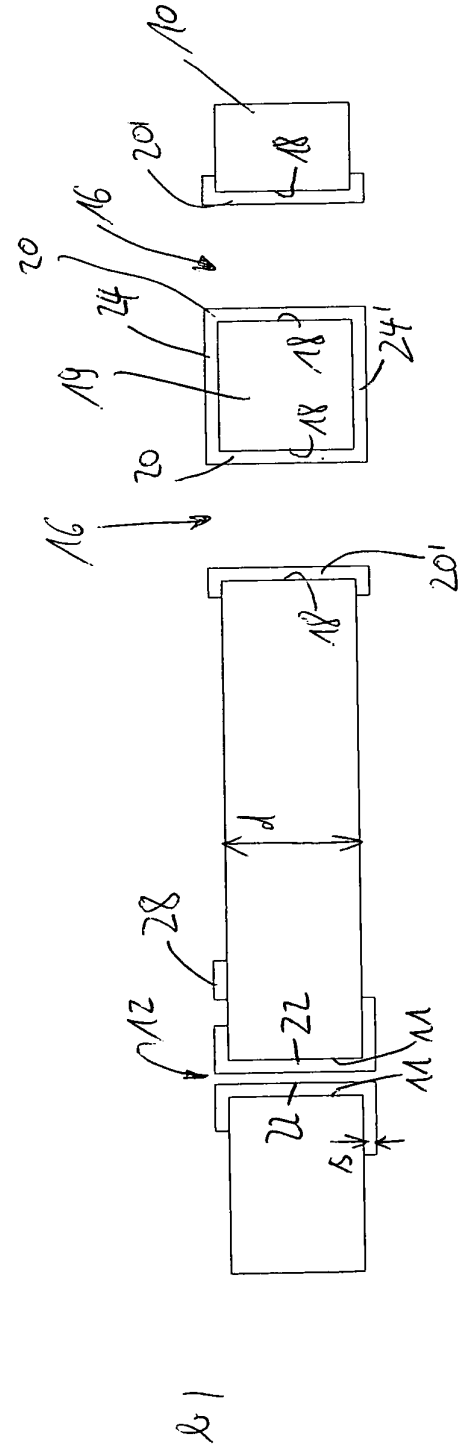
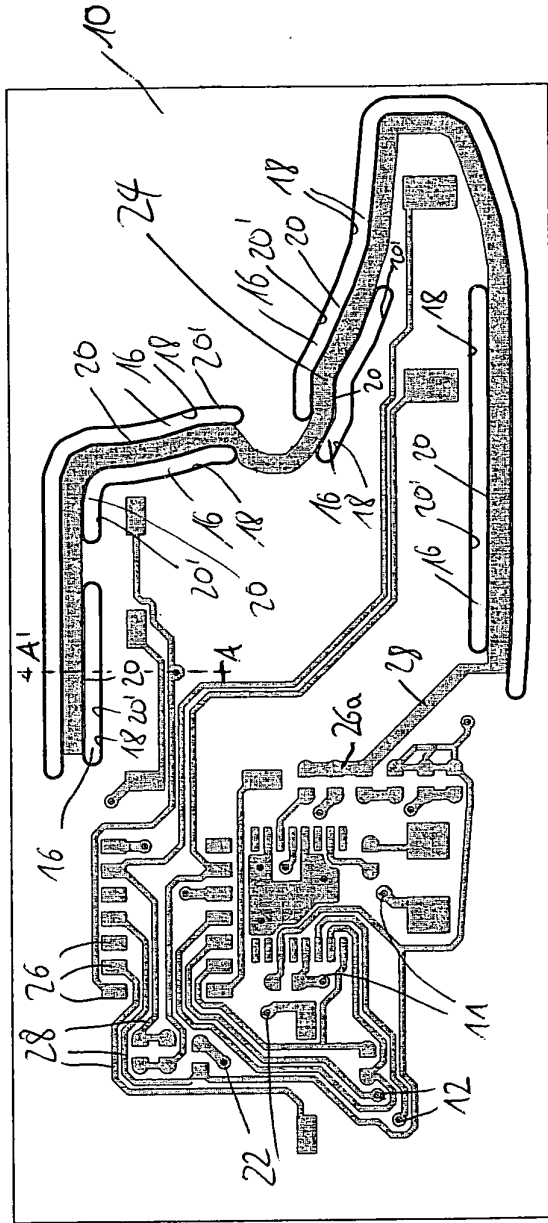
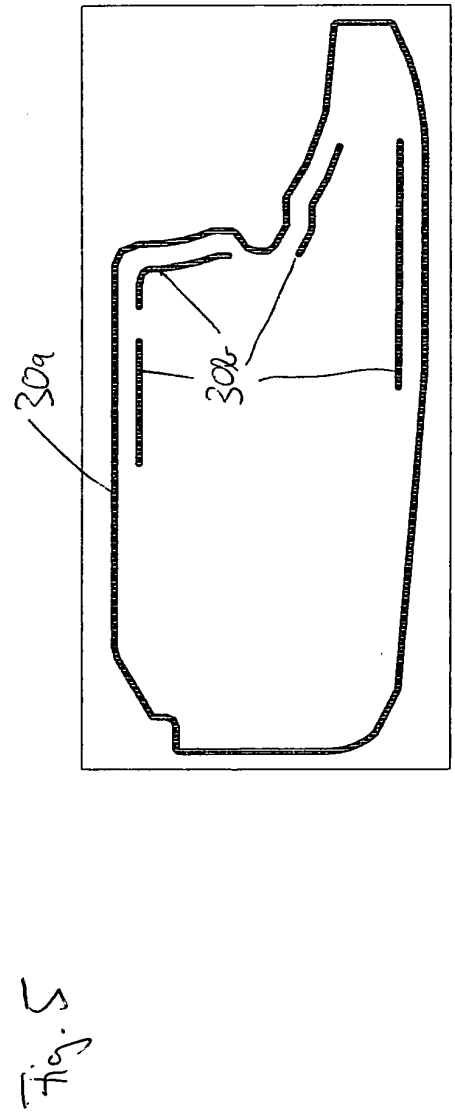
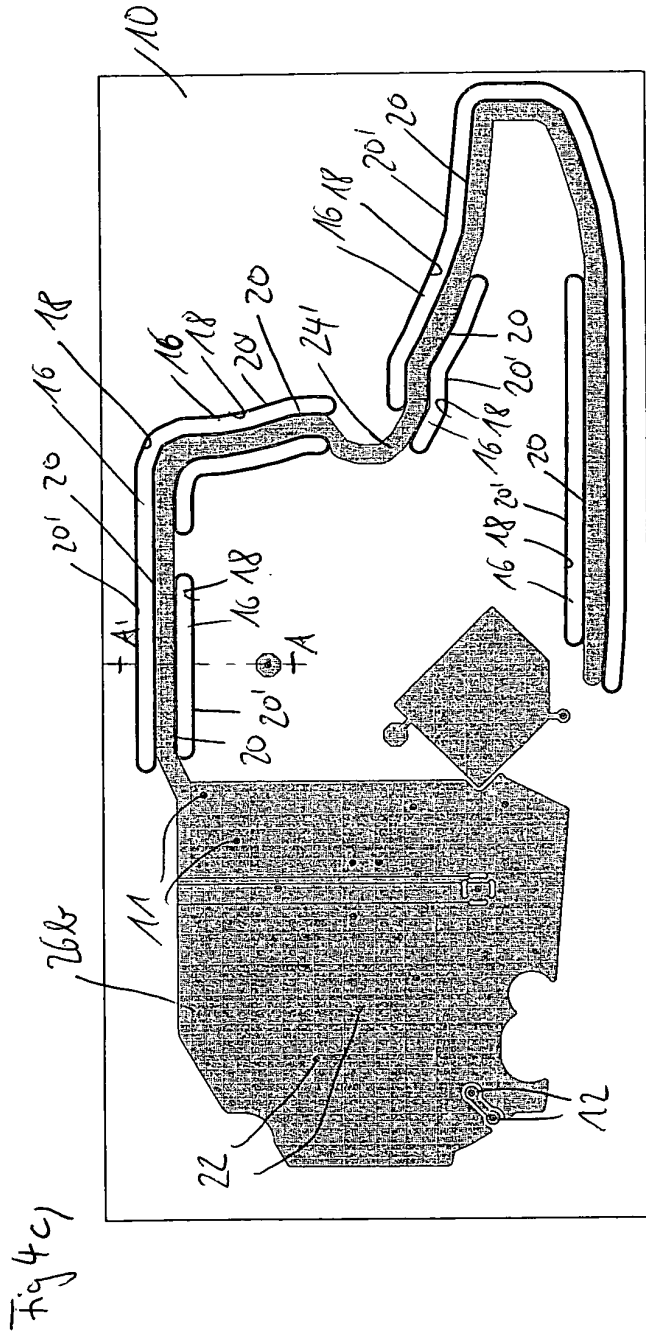
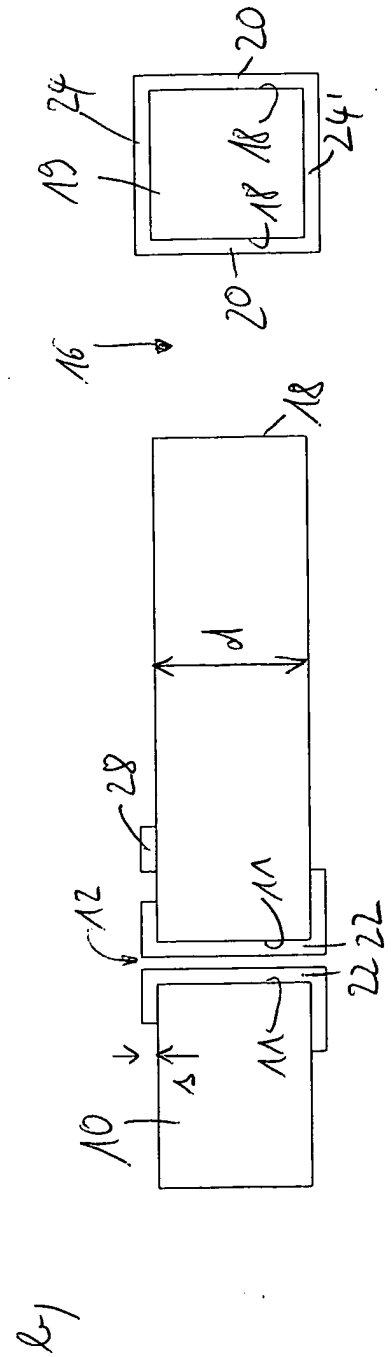
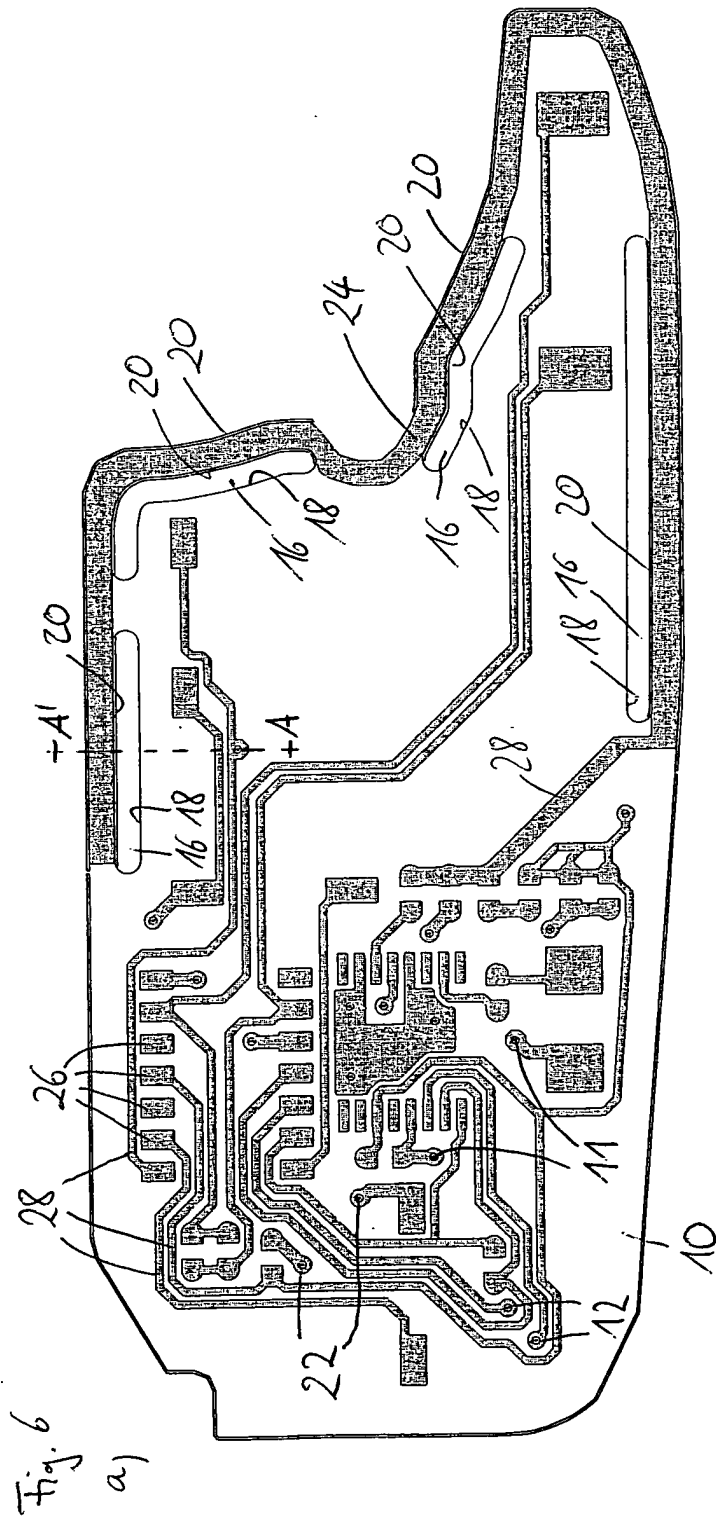


Fig. 4 a₁







IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2004034512 A1 [0003]
- US 20070279879 A1 [0003]
- US 20060238421 A1 [0004]
- GB 2357905 A [0004]
- DE 19614362 C1 [0004]